



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 321 432 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
25.06.2003 Patentblatt 2003/26

(51) Int Cl.7: **C01G 23/00, A61K 7/42,**
C09C 1/36

(21) Anmeldenummer: **02024335.8**

(22) Anmeldetag: **02.11.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **22.12.2001 DE 10163938**

(71) Anmelder: **Degussa AG**
40474 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Mörters, Martin, Dr.**
63450 Hanau (DE)
• **Hemme, Ina, Dr.**
63450 Hanau (DE)
• **Hasenzahl, Steffen, Dr.**
63454 Hanau (DE)
• **Diener, Uwe**
63538 Grosskrotzenburg (DE)
• **Habermann, Herbert**
63599 Bleibergemünd (DE)

(54) **Flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxidpulver mit an der Oberfläche angereichertem Siliciumdioxid, dessen Herstellung und Verwendung**

(57) Flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxidpulver mit einem Gewichtsverhältnis von Siliciumdioxid / Titandioxid, welches auf der Oberfläche der Primärpartikel größer ist als im Gesamtprimärpartikel. Es wird hergestellt durch ein flammenhydrolytisches Verfahren, indem man einen Strom aus einem dampfförmigen Titandioxidvorläufer und Sauerstoff oder einem Sauerstoff enthaltenden Gas und Wasserstoff, und einen zweiten Strom aus einem dampfförmigen Siliciumdioxidvorläufer und einem Trägergas aus

Sauerstoff, einem Sauerstoff enthaltenden Gas und/oder einem Inertgas, getrennt in den Reaktionsraum eines Brenners, wie er zu Herstellung pyrogener Oxide bekannt ist, führt und dort verbrennt, danach das feste Mischoxidpulver und heißen Gase abkühlt und die Gase vom Feststoff abtrennt. Das Pulver kann zum Beispiel zur Herstellung von Sonnenschutzmitteln eingesetzt werden.

EP 1 321 432 A2

Beschreibung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxidpulver, welches an der Oberfläche mit Siliciumdioxid angereichert ist, dessen Herstellung und Verwendung.

[0002] Titandioxid findet weite Verbreitung in Sonnenschutzmitteln. Seine Wirkung beruht im wesentlichen auf Reflexion, Streuung und Absorption der schädigenden UV-Strahlung und hängt wesentlich von der Primärpartikelgröße der Metalloxide ab.

[0003] Nachteilig hierbei ist seine photokatalytische Aktivität, durch die Reaktionen ausgelöst werden, die zu Veränderungen von Bestandteilen eines Sonnenschutzmittels führen können.

[0004] Es wird versucht die photokatalytische Aktivität zu verringern ohne die UV-abschirmenden Eigenschaften zu reduzieren, indem man Titandioxid zum Beispiel mit einer Hülle aus Siliciumdioxid umgibt.

[0005] Nachteilig ist, dass für die Herstellung solcher umhüllter Partikel zwei Reaktionsschritte nötig sind, mit entsprechend hohem technischen Aufwand. Die zwei Schritte umfassen die Herstellung der Titandioxidpartikel und die Ausbildung der Hülle, in der Regel in einem wässrigen (EP Anmeldenummer 01 119 108.7) oder wässrig-alkoholischen (EP-A-0 988 853) Medium durch Hydrolyse eines Siliciumdioxidvorläufers.

[0006] In DE-A-4235996 wird ein flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxid und dessen Verwendung als UV-Absorber in Sonnenschutzmitteln beschrieben. Dieses Pulver kann zwar in einem einzigen Reaktionsschritt hergestellt werden, die photokatalytische Aktivität, bezogen auf flammenhydrolytisch hergestelltes Titandioxid, wird jedoch weniger reduziert als bei mit Siliciumdioxid umhülltem Titandioxid.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Pulver bereitzustellen, das die Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Insbesondere soll es eine niedrige photokatalytische Aktivität aufweisen und einfach herzustellen sein.

[0008] Gegenstand der Erfindung ist ein flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxidpulver, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass das Gewichtsverhältnis von Siliciumdioxid / Titandioxid auf der Oberfläche der Primärpartikel größer ist als im Gesamtprimärpartikel.

[0009] Das Gewichtsverhältnis von Siliciumdioxid/Titandioxid auf der Oberfläche kann zum Beispiel durch Röntgen-induzierte Photoelektronen-Spektroskopie (XPS-Analyse) des Pulvers bestimmt werden. Zusätzliche Information über die Oberflächenzusammensetzung kann durch energiedispersive Röntgenstrahlung (TEM-EDX-Analyse) von einzelnen Primärpartikeln bestimmt werden.

[0010] Das Gewichtsverhältnis im Gesamtprimärpartikel wird durch chemische oder physikalisch-chemische Methoden, z.B. Röntgenfluoreszenzanalyse, des Pulvers bestimmt.

[0011] Der Gesamtprimärpartikel schliesst den Anteil an Siliciumdioxid und Titandioxid an der Oberfläche mit ein. Es ist der Partikel der im flammenhydrolytischen Prozess zunächst gebildet wird. Die Primärpartikel können im weiteren Reaktionsverlauf zu kettenartigen Aggregaten und diese weiter zu Agglomeraten zusammenwachsen. Je nach Wahl der Reaktionsbedingungen können bei der Synthese auch im wesentlichen sphärische Partikel erhalten werden.

[0012] Unter Mischoxid ist die innige Vermischung von Titandioxid und Siliciumdioxid auf atomarer Ebene unter Bildung von Si-O-Ti-Bindungen zu verstehen. Daneben können die Primärpartikel auch Bereiche von Siliciumdioxid neben Titandioxid aufweisen.

[0013] Das erfindungsgemäße Silicium-Titan-Mischoxidpulver kann ferner Spuren von Verunreinigungen aus den Ausgangsstoffen wie auch durch den Prozess hervorgerufenen Verunreinigungen aufweisen. Diese Verunreinigungen können bis zu 0,5 Gew.-%, in der Regel jedoch nicht mehr als 100 ppm, betragen.

[0014] Das Gewichtsverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel, kann im erfindungsgemäßen Pulver von 0,01 bis 99 betragen. In diesem Bereich ist das Gewichtsverhältnis von Siliciumdioxid / Titandioxid auf der Oberfläche der Primärpartikel größer ist als im Gesamtprimärpartikel.

[0015] Unter der Maßgabe, dass das Gewichtsverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ zwischen 0,05 und 4 liegt, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel, kann in einer besonderen Ausführungsform das Gewichtsverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ auf der Oberfläche des Primärpartikels einen Wert annehmen, der sich aus der Formel

$$[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}} = 9,3[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Gesamtprimärpartikel}}^{1,24}$$

berechnen läßt, wobei die absolute Abweichung des Gewichtsverhältnisses $[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}}$ von der angegebenen Formel maximal 1,5 beträgt.

[0016] So entspricht ein $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ -Verhältnis von 0,1 im Gesamtprimärpartikel einem Oberflächenverhältnis von 0,64. Der experimentell ermittelte Wert liegt bei 0,57, die absolute Abweichung demnach 0,07 (siehe Beispiel 2).

[0017] Das erfindungsgemäße Pulver kann BET-Oberflächen zwischen 10 und 300 m^2/g aufweisen. Die BET-Oberfläche kann in einem bestimmten Bereich durch die Prozessparameter variiert werden. Darüber hinaus hat das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ einen Einfluß auf die BET-Oberfläche. Eine höhere BET-Oberfläche wird, bei nicht veränderten Prozessparametern, mit steigendem $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ -Verhältnis leichter zu realisieren sein.

[0018] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Silicium-Titan-Mischoxidpulvers. Dabei führt man einen Strom aus einem dampfförmigen Titandioxidvorläufer und Sauerstoff oder einem Sauerstoff enthaltendem Gas und Wasserstoff, und einen zweiten Strom aus einem dampfförmigen Siliciumdioxidvorläufer und einem Trägergas aus Sauerstoff, einem Sauerstoff enthaltenden Gas und/oder einem Inertgas, getrennt in den Reaktionsraum eines Brenners, wie er zu Herstellung pyrogener Oxide bekannt ist, wo das Gemisch verbrennt, danach das feste Mischoxidpulver und heißen Gase abkühlt und die Gase vom Feststoff abtrennt.

[0019] Das Gemisch aus dem Siliciumdioxidvorläufer und dem Trägergas kann an einer oder mehreren Stellen im Reaktionsraum zugeführt werden. Das Mischoxidpulver kann gegebenenfalls durch eine Wärmebehandlung mittels Wasserdampf angefeuchteter Gase gereinigt werden.

[0020] Als Titandioxidvorläufer und Siliciumdioxidvorläufer können anorganische und/oder organische Verbindungen eingesetzt werden. Als anorganische Verbindungen eignen sich besonders Halogenide. Als organische Verbindungen eignen sich besonders Siloxane wie Hexamethyldisiloxan. Besonders geeignet sind Siliciumtetrachlorid und Titantetrachlorid.

[0021] In einer besonderen Ausführungsform kann als Titandioxidvorläufer Titantetrachlorid und als Siliciumdioxidvorläufer Siliciumtetrachlorid in einer Weise eingeleitet werden, dass sich das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ auf der Oberfläche durch das Gewichtsverhältnis $\text{SiCl}_4/\text{TiCl}_4$ gemäß der Formel

$$[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}} = 7,3[\text{SiCl}_4/\text{TiCl}_4]^{1,28},$$

mit einer absoluten Abweichung des Gewichtsverhältnisses $[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}}$ von der angegebenen Formel von maximal 1,5 einstellt, mit der Maßgabe, dass das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ im späteren Pulver zwischen 0,05 und 4, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel, beträgt.

[0022] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind Sonnenschutzmittel, die das erfindungsgemäße Mischoxidpulver in einem Anteil von 0,01 und 25 Gew.-% enthalten. Daneben kann das erfindungsgemäße Sonnenschutzmittel in Mischungen mit bekannten anorganischen UV-absorbierenden Pigmenten und/oder chemischen UV-Filtern eingesetzt werden.

[0023] Als bekannte UV-absorbierende Pigmente kommen Titandioxide, Zinkoxide, Aluminiumoxide, Eisenoxide, Siliciumdioxid, Silicate, Cerioxide, Zirkoniumoxide Bariumsulfat oder Gemische davon in Betracht.

[0024] Als chemische UV-Filter kommen alle dem Fachmann bekannten wasser- oder öllöslichen UVA- als auch UV-B-Filter in Frage, von denen exemplarisch, jedoch nicht limitierend Sulfonsäurederivate von Benzophenonen und Benzimidazolen Derivate des Dibenzoylmethans, Benzylidencampher und dessen Derivate, Derivate der Zimtsäure und deren Ester, oder Ester der Salizylsäure genannt seien.

[0025] Die erfindungsgemäßen Sonnenschutzmittel können ferner die dem Fachmann bekannten Lösungsmittel wie Wasser, ein- oder mehrwertige Alkohole, kosmetische Öle, Emulgatoren, Stabilisatoren, Konsistenzregler wie Carbomere, Cellulosederivate, Xanthan-Gum, Wachse, Bentonite, pyrogene Kieselsäuren und weitere in Kosmetika übliche Stoffe wie Vitamine, Antioxidantien, Konservierungsstoffe, Farbstoffe und Parfums enthalten.

[0026] Typischerweise kann das erfindungsgemäße Sonnenschutzmittel als Emulsion (O/W, W/O oder multipel), wässriges oder wässrig-alkoholisches Gel oder Ölgel vorliegen, und in Form von Lotionen, Cremes, Milchsprays, Mousse, als Stift oder in anderen gebräuchlichen Formen angeboten werden.

[0027] Der allgemeine Aufbau von Sonnenschutzmitteln ist darüber hinaus in A. Domsch, "Die kosmetischen Präparate", Verlag für chemische Industrie (Hrsg. H. Ziolkowsky), 4. Aufl., 1992 oder N.J. Lowe und N.A. Shaat, Sunscreens, Development, Evaluation and Regulatory Aspects, Marcel Dekker Inc., 1990 beschrieben.

[0028] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung des Mischoxidpulvers gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als UV-Filter, zur Herstellung von Dispersionen, in Prozessen zum chemisch-mechanischen Polieren (CMP-Anwendung), in der Glasherstellung, als katalytisch aktive Substanz, als Katalysatorträger, Verwendung in Tonern und als Additiv in der Silikon- und Kautschukindustrie.

Beispiele

Beispiel 1:

[0029] Es werden 0,688 kg/h TiCl_4 in einem Verdampfer bei ca. 200°C verflüchtigt und der Chloriddampf mittels Stickstoff in die Mischkammer eines Brenners geleitet. Dort wird der Gasstrom mit 0,283 Nm^3/h Wasserstoff und 0,837 Nm^3/h getrockneter Luft (=Luftstrom 1) gemischt. In einem weiteren Verdampfer werden 0,232 kg/h SiCl_4 bei ca. 100 °C verdampft und mittels 0,763 Nm^3/h trockener Luft (= Luftstrom 2) in den Brenner geführt.

Der Brenner besteht aus drei konzentrischen Rohren. Durch das innere Rohr (Innendurchmesser 4 mm) wird das Gemisch aus Luft und gasförmigen SiCl_4 der Flamme zugeführt. Durch das mittlere Rohr (Durchmesser 7 mm) wird

EP 1 321 432 A2

das Gemisch aus TiCl_4 , Luft und Wasserstoff aus der Mischkammer der Flamme zugeführt. Für beide Rohre ergeben sich bei einer Brenntemperatur von 230°C somit Austrittsgeschwindigkeiten von ca. 35,8 m/s. Durch das äußere Rohr wird als Mantelgas 0,05 Nm^3/h Wasserstoff zugeführt.

[0030] Die Gase werden in der Reaktionskammer verbrannt und in einer anschließenden Koagulationsstrecke auf ca. 110°C abgekühlt. Das entstandene Mischoxid wird anschließend in einem Filter abgeschieden. Durch eine Behandlung des Pulvers mit feuchter Luft bei ca. $500\text{--}700^\circ\text{C}$ wird anhaftendes Chlorid entfernt.

[0031] Das entstandene Oxidpulver weist ein Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ von 0,28 auf. Die BET-Oberfläche beträgt $72 \text{ m}^2/\text{g}$. Hochauflösende TEM-Aufnahmen mit EDX-Analyse zeigen, daß die Oberfläche (Stelle A in Abbildung) ein Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ von 2 aufweist und von amorpher Natur ist. Die Dicke dieser Schicht beträgt ca. 4 nm.

[0032] Die TEM-Aufnahme des nach Beispiel 1 hergestellten Pulvers zeigt ferner einen kristallinen Kern (Stelle B in Abbildung). EDX-Analysen zeigen, daß dieser weitestgehend aus Titandioxid besteht. Durch Röntgenbeugung läßt sich ein Verhältnis der Titandioxidmodifikationen Anatas/Rutil von 80:20 ermitteln.

Beispiele 2-10:

[0033] Weitere Versuche werden entsprechend der Beschreibung in Beispiel 1 durchgeführt. Variiert werden dabei das Verhältnis $\text{SiCl}_4/\text{TiCl}_4$ und die Gasmengen entsprechend Tabelle 1, wodurch sich die in Tabelle 2 zusammengefaßten Pulvereigenschaften ergeben.

Tabelle 1:

Anlageneinstellungen für die Beispiele 1-10						
Beispiel	H ₂ über Mischkammer	H ₂ über Mantel	Luftstrom 1	Luftstrom 2	TiCl ₄	SiCl ₄
	Nm ³ /h	Nm ³ /h	Nm ³ /h	Nm ³ /h	kg/h	kg/h
1	0,283	0,050	0,837	0,763	0,688	0,232
2	0,300	0,225	1,974	1,605	1,538	0,192
3	0,566	0,100	1,664	1,536	1,371	0,398
4	0,307	0,100	1,470	1,205	1,000	0,396
5	0,566	0,100	1,268	1,232	1,193	0,593
6	0,566	0,100	1,688	1,512	1,195	0,595
7	0,566	0,100	1,714	1,486	1,000	0,800
8	0,409	0,050	1,967	1,533	0,593	0,690
9	0,566	0,100	1,759	1,441	0,696	1,196
10	0,566	0,050	1,779	1,421	0,480	1,320

[0034] Bei allen aufgeführten Experimenten wird durch TEM-EDX-Analyse oder XPS-Analyse eine deutliche Anreicherung von SiO_2 an der Oberfläche der Primärpartikel festgestellt.

Tabelle 2:

Pulvereigenschaften für die Beispiele 1-10:					
Beispiel	BET-Oberfläche	$\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ Gesamtpartikel	$\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ Oberfläche exp. (*)	$\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ Oberfläche ber.	Abweichung exp./ ber. absolut
	m ² /g				
1	72	0,28	2,03	1,95	0,08
2	72	0,10	0,64	0,57	0,07
3	78	0,24	1,63	1,61	0,02
4	77	0,33	2,13	2,38	0,25
5	65	0,42	2,85	3,15	0,30
6	94	0,42	3,00	3,15	0,15
7	86	0,68	5,25	5,76	0,51
8	157	0,98	10,11	9,03	1,08

* bestimmt durch XPS-Analyse

EP 1 321 432 A2

Tabelle 2: (fortgesetzt)

Pulvereigenschaften für die Beispiele 1-10:					
Beispiel	BET-Oberfläche	SiO ₂ /TiO ₂ Gesamtpartikel	SiO ₂ /TiO ₂ Oberfläche exp. (*)	SiO ₂ /TiO ₂ Oberfläche ber.	Abweichung exp./ ber. absolut
	m ² /g				
9	99	1,44	15,67	14,65	1,02
10	152	2,31	24,80	26,25	1,45

* bestimmt durch XPS-Analyse

Beispiel 11: Vergleichsbeispiel

[0035] Es werden 1,331 kg/h TiCl₄ in einem Verdampfer bei ca. 200°C verflüchtigt und 0,332 kg/h SiCl₄ in einem weiteren Verdampfer bei ca. 100°C verflüchtigt. Die Chloriddämpfe werden mittels Stickstoff in die Mischkammer eines Brenners bekannter Bauart geleitet. Dort wird der Gasstrom mit 0,182 Nm³/h Wasserstoff und 2,675 Nm³/h getrockneter Luft gemischt. Die Gase werden gemeinsam in die Reaktionskammer geleitet und verbrannt. Die Stützflamme (Mantel) wird dabei mit 0,225 Nm³/h Wasserstoff gespeist. In einer anschließenden Koagulationsstrecke werden die Reaktionsprodukte auf ca. 110°C abgekühlt. Das entstandene Mischoxid wird anschließend in einem Filter abgeschieden. Durch eine Behandlung des Pulvers mit feuchter Luft bei ca. 500-700°C wird anhaftendes Chlorid entfernt.

[0036] Das entstandene Oxidpulver enthält insgesamt 17,3 Gew.-% SiO₂ und 82,7 Gew.-% TiO₂. Die BET-Oberfläche beträgt 51 m²/g. TEM-EDX-Analysen zeigen keinen signifikanten Konzentrationsunterschied zwischen dem Inneren der Primärpartikel und der Oberfläche der Primärpartikel.

Beispiel 12: Photokatalytische Aktivität

[0037] Bei der Bestimmung der photokatalytischen Aktivität wird die zu messende Probe in 2-Propanol suspendiert und 1 Stunde mit UV-Licht bestrahlt. Danach wird die Konzentration an gebildetem Aceton gemessen.

[0038] Ca. 250 mg (Genauigkeit 0,1 mg) der aus den Beispielen und Vergleichsbeispielen erhaltenen Partikel werden mit einem Ultra-Turrax-Rührer in 350 ml (275,1g) 2-Propanol suspendiert. Diese Suspension wird mittels einer Pumpe über einen auf 24°C temperierten Kühler in einen zuvor mit Sauerstoff gespülten Photoreaktor aus Glas mit einer Strahlungsquelle gefördert.

[0039] Als Strahlungsquelle dient z.B. eine Hg-Mitteldruck-Tauchlampe vom Typ TQ718 (Heraeus) mit einer Leistung von 500 Watt. Ein Schutzrohr aus Borsilikatglas begrenzt die emittierte Strahlung auf Wellenlängen >300nm. Die Strahlungsquelle ist außen von einem mit Wasser durchströmtem Kühlrohr umgeben.

[0040] Sauerstoff wird über einen Durchflußmesser in den Reaktor eindosiert. Mit dem Einschalten der Strahlungsquelle wird die Reaktion gestartet. Bei Reaktionsende wird sofort eine kleine Menge der Suspension entnommen, filtriert und mittels Gaschromatographie analysiert.

[0041] Beispiel 3 zeigt nach einer Stunde einen Acetongehalt von 131 ppm. Zum Vergleich wird das gleiche Experiment mit einer Dispersion von reinem, pyrogenem Titandioxid (Degussa P25, BET-Oberfläche 50 m²/g) durchgeführt. Im gleichen Zeitraum werden 2303 ppm Aceton gebildet.

[0042] Die photokatalytische Aktivität wird bei Verwendung des erfindungsgemäßen Pulvers also auf 5,7% der Aktivität von reinem Titandioxid reduziert.

Beispiel 13: Sonnenschutzmittel

[0043] Mit der in Tabelle 3 gezeigten Rezeptur wurde ein Sonnenschutzmittel mit 4 Gew.-% des erfindungsgemäßen Pulvers nach Beispiel 3 hergestellt.

Tabelle 3:

Sonnenschutzmittel enthaltend das erfindungsgemäße Pulver aus Beispiel 3		
Phase	Bestandteil	Gew.-%
A	Isolan GI 34	3,0
	Rizinusöl	1,2
	Tegesoft OP	10,0

EP 1 321 432 A2

Tabelle 3: (fortgesetzt)

Sonnenschutzmittel enthaltend das erfindungsgemäße Pulver aus Beispiel 3		
Phase	Bestandteil	Gew.-%
	Tegesoft Liquid	5,0
	Glycerin 86%	3,0
B	Paracera W80	1,8
	Isohexadecan	5,0
C	Partikel nach Beispiel 3	4,0
D	Magnesiumsulfat	0,5
	VE-Wasser	66,5

[0044] Phase A wird in einem Mischer auf 70°C erwärmt. Nach dem Aufschmelzen auf einer Magnetheizplatte bei 80°C wird Phase B zu Phase A gegeben. Die Phase C wird mit ca. 300 U/min und unter Vakuum in die Ölphase eingerührt. Phase D wird ebenfalls auf 70°C erwärmt und unter Vakuum der Mischung aus A-C zugefügt.

Patentansprüche

1. Flammenhydrolytisch hergestelltes Silicium-Titan-Mischoxidpulver, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewichtsverhältnis von Siliciumdioxid / Titandioxid auf der Oberfläche der Primärpartikel größer ist als im Gesamtprimärpartikel.
2. Pulver nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewichtsverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ von 0,01 bis 99, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel, ist.
3. Pulver nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Gewichtsverhältnis von $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ 0,05 bis 4, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel, das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ auf der Oberfläche den Wert gemäß der Formel

$$[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}} = 9,3[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Gesamtprimärpartikel}}^{1,24}$$

annimmt, wobei die absolute Abweichung des Gewichtsverhältnisses $[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}}$ von der angegebenen Formel maximal 1,5 beträgt.

4. Pulver nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** deren BET-Oberfläche zwischen 10 und 300 m²/g liegt.
5. Verfahren zur Herstellung des Pulvers gemäß den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** man einen Strom aus einem dampfförmigen Titandioxidvorläufer und Sauerstoff oder einem Sauerstoff enthaltendem Gas und Wasserstoff, und einen zweiten Strom aus einem dampfförmigen Siliciumdioxidvorläufer und einem Trägergas aus Sauerstoff, einem Sauerstoff enthaltenden Gas und/oder einem Inertgas, getrennt in den Reaktionsraum eines Brenners, wie er zu Herstellung pyrogener Oxide bekannt ist, führt und dort verbrennt, danach das feste Mischoxidpulver und heißen Gase abkühlt und die Gase vom Feststoff abtrennt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strom aus Siliciumdioxidvorläufer und Trägergas an einer oder mehreren Stellen im Reaktionsraum zugeführt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mischoxidpulver gegebenenfalls durch eine Wärmebehandlung mittels Wasserdampf angefeuchteter Gase gereinigt wird.
8. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Titandioxidvorläufer und Siliciumdioxidvorläufer anorganische und/oder organische Verbindungen eingesetzt werden.

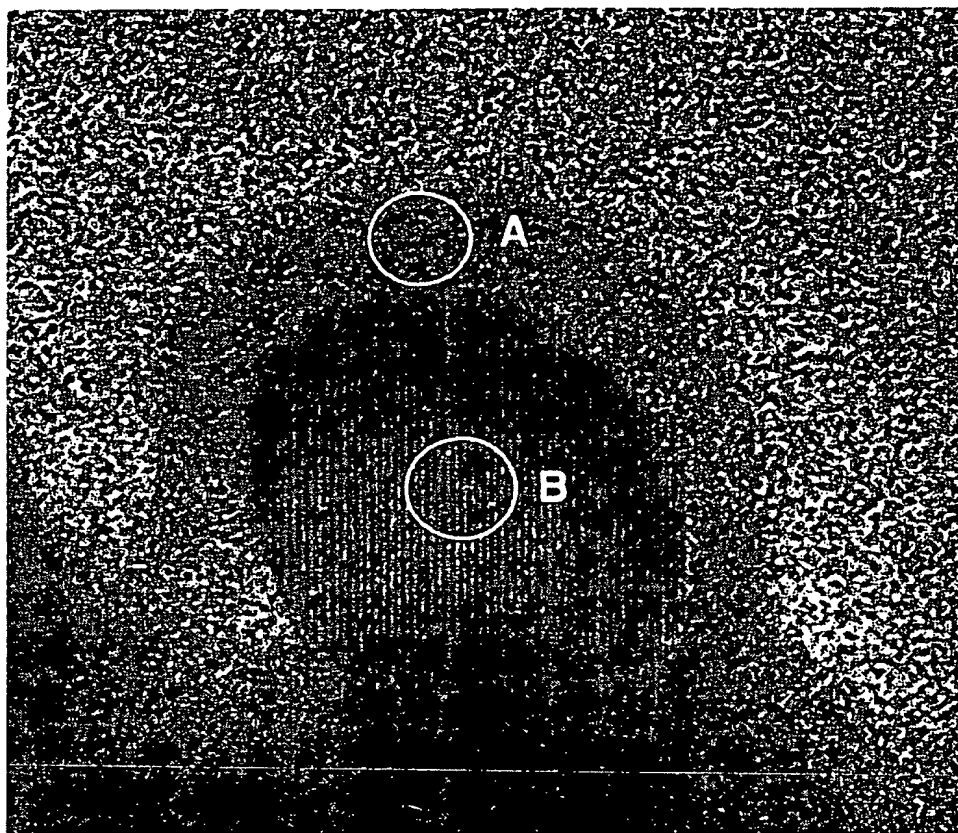
9. Verfahren nach den Ansprüchen 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** man als Titandioxidvorläufer Titantetrachlorid und als Siliciumdioxidvorläufer Siliciumtetrachlorid in einer Weise einleitet, dass sich das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ auf der Oberfläche durch das Gewichtsverhältnis $\text{SiCl}_4/\text{TiCl}_4$ gemäß der Formel

$$[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}} = 7,3[\text{SiCl}_4/\text{TiCl}_4]^{1,28},$$

mit einer absoluten Abweichung des Gewichtsverhältnisses $[\text{SiO}_2/\text{TiO}_2]_{\text{Oberfläche}}$ von der angegebenen Formel von maximal 1,5 einstellt, mit der Maßgabe, daß das Gewichtsverhältnis $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ im späteren Pulver beträgt zwischen 0,05 und 4, bezogen auf den Gesamtprimärpartikel.

10. Sonnenschutzmittel enthaltend das Pulver nach den Ansprüchen 1 bis 4, mit einem Anteil zwischen 0,01 und 25 Gew.-%, bezogen auf die Menge des Sonnenschutzmittels.
11. Verwendung des Mischoxidpulvers gemäß den Ansprüchen 1 bis 4 als UV-Filter, zur Herstellung von Dispersionen, in Prozessen zum chemisch-mechanischen Polieren (CMP-Anwendung), in der Glasherstellung, als katalytisch aktive Substanz, als Katalysatorträger, Verwendung in Tonern und als Additiv in der Silikon- und Kautschukindustrie.

Fig. 1



10 nm